豆類蔬菜育種

楊偉正、蕭吉雄
台灣省農業試驗所

概　論

豆科植物(Leguminosae)約有 487 屬 10,782 種，其中可供人類作為蔬菜食用的豆類蔬菜有豌豆屬 (*Pisum*) 的豌豆，菜豆屬 (*Phaseolus*) 的菜豆、萊豆、紅花菜豆(多花菜豆)，豇豆屬 (*Vigna*) 的豇豆，大豆屬 (*Glycine*) 的毛豆，蠶豆屬 (*Vicia*) 的蠶豆，扁豆屬 (*Dolichos*) 的鵲豆(扁豆)，四稜豆屬 (*Psophocarpus*) 的翼豆(四稜豆)，刀豆屬 (*Canavalia*) 的刀豆和藜豆屬 (*Stizolobium*) 的藜豆等 9 屬 11 種，各屬間的主要性狀特徵請參閱表 1.。在台灣僅有菜豆、豌豆、豇豆等三種豆類蔬菜具有較高經濟栽培價值。

豆類蔬菜為一年生或二年生的草本植物，生育期間大約在 60-200 天，種子較其他作物為大，無胚乳，子葉發達，貯藏有大量的營養物質，種子不具休眠性，只要環境適宜，種子即可發芽，由於種子下胚軸的延伸能力不同，可分為子葉出土和子葉不出土二種，子葉出土的豆類蔬菜有菜豆、豇豆、毛豆、萊豆、鵲豆等；子葉不出土的豆類蔬菜有豌豆、蠶豆等。子葉出土的豆類蔬菜，播種時，覆土不宜太深，以免影響到種子發芽，豆類蔬菜根系木栓化程度較高，再生力較弱，種植時，以直播栽培較為適合。

一般豆類蔬菜的子葉不行光合作用，僅將子葉內所貯存的養份供幼苗生長發育，一旦貯存的養份被幼苗消耗完畢後，便自行脫落。豆類蔬菜的子葉出土後，第 1 對本葉是單葉對生，其他為復葉，豌豆和蠶豆為互生羽狀複葉，其他為三出複葉。除蠶豆、藜豆外，其他依莖蔓的生育習性可區分為蔓性種、半蔓性種和矮性種，即為有限生長型和無限生長型兩種，有限生長型的植株在生長數節後，生長點行花芽分化，莖上各節長出側枝，側枝生長幾節後，生長點也行花芽分化，植株由於不斷地長出側枝和行花芽分化，致使植株矮生而直立，即所謂的矮生種；無限生長型的植株其頂端為葉芽，可以不斷地進行生長，在生長初期，節間較短植株可以直立，隨後植株主莖生長逐漸加快，節間伸長，成為蔓性種。豆類蔬菜的花為蝶形花冠，由旗瓣、翼瓣和龍骨瓣組成，開花前龍骨瓣包裹著雌、雄花蕊，雄蕊 10 枚，為二體雄蕊，9 枚之花絲聯合，1 枚分離，雌蕊 1 枚。豆類蔬菜多為自花授粉作物，天然雜交機率不高，其中以蠶豆異花雜交率較高，有高達 32.9%的異花授粉率，菜豆依品種的不同，異花授粉率約在 0.2-10%之間。豆類蔬菜花芽分化數很多，開花數次之，能結成果莢者較少，落蕾、落花的主要原因係受到氣候環境或栽培技術所影響；減少落蕾、落莢是增加豆類蔬菜產量的主要途徑。

豆類蔬菜對溫度的要求，可分為耐熱、喜溫和半耐寒三種類型。豌豆、蠶豆等屬半耐寒性種類，豇豆、鵲豆等屬耐熱性種類，菜豆、萊豆、毛豆等屬喜溫性種類。豆類蔬菜對日照的要求，除豌豆、蠶豆屬於長日照作物外，其他豆類如豇豆、菜豆、萊豆、毛豆等都屬於短日照作物，目前許多豆類栽培品種都表現為中日性。豆類蔬菜根群發達，入土較深，分佈範圍較廣，耐旱較大，根系有不同形狀和數量的根瘤菌共生，有固氮作用，根瘤菌在土壤中活動會分泌出一些有機酸，致使土壤酸性化。豆類蔬菜有共同的病蟲害，忌連作，養分的需求量以氮肥較少，磷肥和鉀肥較多。

表 1. 豆類蔬菜各屬間的主要特徵檢索表

A.植株具有卷鬚之葉，小葉 3 片以上
B.萼片葉狀，花柱內彎處生毛……………………………………………豌豆屬 *Pisum*
BB.萼片非葉狀，花柱頂端有一簇或一圈毛……………………………蠶豆屬 *Vicia*
AA. 植株不具有卷鬚之葉，小葉 3 片
B.柱頭有毛
C.龍骨瓣彎曲成直角…………………………………………………扁豆屬 *Dolichos*
CC.龍骨瓣呈螺旋狀卷曲……………………………………………菜豆屬 *Phaseolus*
CCC.龍骨瓣彎曲，但不呈直角或卷曲
D.柱頭歪斜，莢果無毛，根部無塊狀根……………………………豇豆屬 *Vigna*
DD.柱頭頂生，莢果有硬毛，根部有塊狀根……………四稜豆屬 *Psophocarpus*
BB.柱頭無毛
C.花著生於葉腋的總狀花序，莢果寬闊光滑無毛……………刀豆屬 *Canavalia*
CC.花著生於節上的總狀花序，莢果短小有毛
D.植株矮小直立，小葉卵形……………………………………大豆屬 *Glycine*
DD.植株高大蔓性，小葉菱卵形…………………………黎豆屬 *Stizolobium*

起源、分佈及植物性狀

一、菜豆

菜豆學名為 *Phaseolus vulgaris* L.，菜豆屬一年生草本植物，染色體 2n=2x=22，起源於中南美洲，16 世紀初傳入歐洲，16-17 世紀由西班牙人和葡萄牙人傳入非洲、印度和中國。目前，菜豆已普遍分佈於世界各地，栽培面積僅次於大豆，在台灣菜豆栽培面積約 2,000 公頃。菜豆根系發達，主根深入土中達 80 公分左右，側根分佈直徑有 70 公分左右，主根和側根上都能形成根瘤，植株生長習性可區分為矮生種和蔓生種，莖蔓具有左旋纏繞特性，子葉出土，一般為綠色，也有紫紅色或其他顏色，子葉為營養器官，子葉開展後即長出一對初生本葉，以

後所長出的本葉為三出複葉。花為蝶形花，花器最外層是 2 個萼片，內部由 5 個花瓣組成，花的最上部為旗瓣，左右兩邊為翼瓣，中下部是龍骨瓣。花蕊開放前，龍骨瓣包裹著雌、雄蕊，呈螺旋狀卷曲一圈以上，雄蕊共有 10 枚，其中 9 枚基部聯結在一起呈筒狀形，另一枚獨立分開，這種現象稱二體雄蕊，雌蕊先端扭轉呈環狀，花柱長，柱頭密生茸毛，自花授粉作物，天然雜交率低。果實為莢果，對生，每一花序上可結莢 2-8 個，豆莢形狀、大小、顏色、長短等性狀依品種的不同而有很大的差別。種子由種皮、子葉和胚組成，不具胚乳，種子千粒重在 200-700 公克之間，菜豆屬短日性植物，但依品種的不同而有很大的差別，短日型品種在短日照條件下，花芽分化早，在長日照條件下，莖葉生長旺盛，矮生品種變成蔓生，花芽分化少，延遲開花結莢率低。目前多數栽培品種屬中間型，對日照長短要求不嚴格。菜豆類型依植株型態別區分，可分為矮性，半蔓性和蔓性；依食用別區分，可分為莢用類型和粒用類型；依組織成分別區分，可分為硬莢類型和軟莢類型；依豆莢形狀和顏色別區分，可分為花莢品種群，圓棍莢品種群，肉豆角品種群，扁條莢品種群，黃莢品種群，和紫莢品種群。

表 2. 重要豆類蔬菜之中名、英名、學名、染色體數目、食用部份和適應栽培區

中名	英名	學名	染色體數	食用部份	適應栽培區
菜豆	Snap bean	*Phaseolus vulgaris* L.	22	嫩莢、種子	溫帶、熱帶
萊豆	Lima bean	*Phaseolus limensis* Macf.	22	嫩豆粒	溫暖季節
紅花菜豆	Runner bean	*Phaseolus coccineus* L.	22	嫩豆莢	溫帶
豌豆	Pea	*Pisum sativum* L.	14	嫩豆莢、嫩豆粒、嫩梢	冷涼地區
豇豆	Asparagus bean, cow pea	*Vigna unguiculata* Walp.	22	嫩豆莢	亞熱帶
毛豆	Vegetable soy bean	*Glycine max* Merr.	40	嫩豆莢仁	熱帶至北緯 52 度
鵲豆	Hyacinth bean, lablab bean	*Dolichos lablab* L.	14	嫩豆莢	乾旱季節
蠶豆	Broad bean, horse bean	*Vicia faba* L.	12	嫩豆粒	溫帶冷涼地區
翼豆	Winged bean	*Psophocarpus tetragonolobus* DC.	18	嫩豆莢	熱帶亞洲
刀豆	Sword bean	*Canavalia gladista* DC.	22,44,46	嫩莢、種子	熱帶
藜豆	Yokohama bean	*Stizolobium deeringianum* Bort.		嫩莢、種子	熱帶

二、豌豆

豌豆學名為 *Pisum sativum* L.，豌豆屬一年或二年生草本植物，染色體 2n=2x=14 ，原產於埃塞俄比亞、地中海沿岸和亞洲中部，也有學者認為豌豆是起原於高加索南部至伊郎。豌豆由原產地向東傳入印度北部，經中亞細亞到中國、日本，新大陸發現後，再傳入美國。豌豆分佈於中國大陸各地，台灣主要產地在彰化縣一帶，栽培面積約 2,000 公頃，豌豆的嫩梢、嫩莢和豆仁均有食用價值。豌豆為直根系，側根少，直根深入土中 1-2 公尺，根系吸收力強，能吸收難溶性的化合物，根瘤菌多集中在土層 1 公尺內的主根上；莖近四方形，中空，種子發芽時，下胚軸不伸長，子葉留在土中，上胚軸伸長使幼苗出土，葉為偶數羽狀複葉，互生，由 1-3 對小葉組成，頂端 1-2 對小葉退化，變成卷鬚，互相纏繞攀緣，葉面有腊質或白粉，葉柄基部附生一對托葉，花單生或對生於葉腋處，總狀花序，蝶形花，兩體雄蕊，自花授粉作物，在炎熱乾旱的氣候環境下，會有 10%左右的雜交率。果莢扁平，長橢圓形，莢果有軟硬之分，軟莢果的內果皮柔軟可食，果莢老熟後，果皮乾縮果莢不會開裂；硬莢果的內果皮有厚膜組織，果莢不能食用，必需撕除果皮食其豆仁，硬莢果老熟後果莢會開裂。豌豆屬半耐寒性植物，不耐熱，開花期適溫為 15-18 ℃，莢果成熟期的適溫為 18-20 ℃，溫度高於 26 ℃時，雖能促進早熟，但品質降低，產量會減少，豌豆生育期短，植株發育快速，整個生長過程可分為兩個階段，即營養生長和生殖生長，豌豆為長日照作物，但有些品種在長日照或短日照下都能開花，豌豆開花結莢期間需要較多的水份，乾旱會造成減產。此外，根部分泌物會影響次作根瘤菌的活動和根系的生長，因此，豌豆忌連作。豌豆類型依植株型態別區分，可分為半蔓性和蔓性；依食用別區分，可分為豆莢用類型和豆仁用類型；依食用部位別區分，可分為嫩莢種，嫩豆種，嫩梢(豆苗)種和豆芽(嬰)種；依豆莢顏色別區分，可分為黃綠色和綠色。

三、豇豆

豇豆學名為 *Vigna unguiculata* W. ssp. *sesquipedalis* (L.) Verdc.，豇豆屬一年生草本植物，染色體 2n=2x=22 ，原產非洲東北部和亞洲中南部，包括中國、東南亞和印度等地， Yerdcourt 氏認為 *Vigna unguiculata* 有 5 個亞種，其中 spp. *dikinditiana* 是非洲熱帶草原區和埃塞俄比亞的野生種。 spp. *mensensis* 為非洲森林區野生種。普通豇豆(spp. *unguiculata* W., syn. *V. sinensis*)是由 spp. *dekinditana* 在非洲馴化而成。約在公元前 1000 傳入亞洲，並演化出角豆(spp. *cylindrica*, syn. *V. catjang*)和長豇豆(spp. *sesquipedalis*, syn. *V. sinensis* var. *sesquipedalis*)，這兩個亞種從印度傳到中國，再傳入歐洲。目前台灣栽培面積約 1,600 公頃，主要栽培地區為屏東縣、高雄縣和彰化縣。豇豆主根發達，長達 80 公分左右，根的再生能力弱，根瘤菌稀少，固氮能力較差，莖蔓綠色，有些品種在莖蔓的附近有紫紅色的花斑紋，莖節上長葉和花序，依植株生長習性可分為矮性、半蔓性和蔓性三種類型，矮性種莖蔓直立，花芽頂生；半蔓性種和蔓性種莖蔓生長旺盛，花芽側生，呈左旋性攀緣。種子發芽後子葉出土，初生子葉二枚，單葉對生，以後為三出複葉。花屬蝶形花，

總狀花序，每序花有 4-6 朵，近似對生，自花授粉作物，花從夜間開始開放，日出前盛開，午時以後關閉，雌蕊授粉、受精後，子房開始伸長，至 5 公分時，花冠即脫落，子房逐漸發育成果莢，莢果成對，種子在貯藏條件適宜下，可保存 5 年，豇豆種子易受豆象危害，因此在保存豇豆種子時必須注意防患豆象為害，可進行燻蒸或冷藏等處理。豇豆屬耐熱性蔬菜，生育適溫 25-35 ℃，對日照長短反應可分為二類，一類對日照長短要求不嚴格，在長日照或短日照下都可正常生長，一般長豇豆多屬這一類型，另一類對日照長短要求比較嚴格，適合在短日照季節栽培，如在長日照下栽培，則莖蔓徒長，延遲開花和結莢，豇豆耐旱性較強，土壤水份過多，不利根系和根瘤菌活動，容易引起根部病害和落花落莢。豇豆類型依植株型態別區分，可分為矮性，半蔓性和蔓性；依果莢形狀別區分，可分為圓形，扁形和盤曲；依果莢長短別區分，可分為長條(莢長 60 公分以上)，中長條(莢長 30-60 公分)，短條(莢長 30 公分以下)；依豆莢顏色別區分，可分為綠莢品種群，淺綠莢品種群，綠白莢品種群，紫莢品種群，花皮莢品種群，和盤曲條莢品種群。

遺傳資源

一、菜豆

從美國農業部在 FAO 刊物所發表的世界豆科作物收集目錄中得知，目前世界各國種原庫所收集到的 *Phaseolus* 種原總計有 44,504 個品種(表 3.)，其中有些品種可能會重複登錄在各國種原庫裡。 1976 年國際熱帶農業中心(CIAT)開始進行 *Phaseolus* 種原的收集並進行各個種原的適應性、抗病性、抗蟲性、抗旱性、耐酸性、固氮能力和耐低磷酸性狀的研究及評估，以便提供菜豆育種家作為進行各種菜豆育種材料，截至 1985 年共收集 36,154 個品種，其中屬菜豆(*phaseolus vulgaris*)及其原始野生種共有 31,983 種約佔 88.5%，屬萊豆(*P. limensis)*或稱利馬豆(*P. lunatas*)及其原始野生種共有 2,626 種約佔 7.3%，屬多花菜豆(*P. coccineus*)及其原始野生種共有 1,274 種約佔 3.5%，屬尖葉菜豆(*P. acutifolius*)及其原始野生種共有 184 種約佔 0.5%和未栽培的野生種 87 種約佔 0.2%(表 4.)。這些種原中已有 55%的品種完成繁殖，性狀調查和與世界各地交換。

二、豇豆

1970 年 International Institute of Tropical Agricultural 開始進行豇豆種原收集，評估和利用，當時所收集的種原包括有地方栽培種、野生種、自交品系和育種材料等共有 7,200 個種原，經過繁殖、遺失和精減後，共得 5,000 個種原供作豇豆品種改良育種親本， 1975 年 IITA 仍繼續進行豇豆種原的收集(包括栽培種和野生種)、繁殖和建立種原資料庫，同時也進行豇豆抗病性和抗蟲性篩選，截至 1989 年，IITA 共收集豇豆栽培種種原 15,200 種和豇豆野生種種原 923 種，表 5.為所收集到的各個栽培種種原之地理分佈情形。 Marechal 等人(1978)將 *Vigna* 屬分為 7 個亞屬含 81 種， *Vigna* 亞屬為最大的一屬，包括目前栽培最多的栽培種如 *Vigna*

sinesis(英名 cowpea ，中名豇豆)，*Vigna unguiculata*(英名 asparagus bean ，中名長豇豆)，*Vigna catjang*(英名 catjang ，中名角豆)。

表 3. 世界各地種原庫所收集 *Phaseolus* 種原資料

Name of germplasm bank	Number of accessions
Centro Internacional de Agricultura Tropical (C.I.A.T), Cali, Colombia	14,567
United States Department of Agriculture (U.S.D.A), Pullman, USA	7,948
United State Department of Agriculture (U.S.D.A), Fort Collins, USA	4,944
University of Cambridge, U.K.	4,939
National Vegetable Research Station (N.V.R.S.), Wellesbourne, U.K	4,011
Thike Horticultural Station, Kenya	2,801
Research Centre for Agrobotany I.P.P.O., Tapioszele, Hungary	1,738
Centro Agronomico Tropical de Investigacion Ensenanza (C.A.T.I.E), Turrialba, Costa Rica	1,422
Regional Agricultural Research Institute, Izmir, Turkey	898
Institut fur Pflanzenbau und Pflanzenzuchtung Braunsweing, Federal Republic of Germany	557
Institute of plant Introduction and Genetic Resources, Sadovo, Bulgaria	370
Institute for fodder Crops (F.C.P.I.), Larissa, Greece	289

引自 Genetic Resources of *Phaseolus* Beans, 1988 。

表 4. 國際熱帶農業中心(CIAT)保存菜豆種原資料

Species	Number of accessions
Phaseolus vulgaris	31,619
P. vulgaris wild ancestors	364
Phaseolus lunatus	2,563
P. lunatus wild ancestors	63
Phaseolus coccineus subsp. *coccineus*	792
Phaseolus coccineus subsp. *polyanthus*	415
P. coccineus wild ancestors	67
Phaseolus acutifolius	134
P. acutifolius wild ancestors	50
Wild noncultivated	87
Total	36,154

引自 Genetic Resources of *Phaseolus* Beans, 1988 。

表 5. IITA 所收集到的豇豆栽培品種其地理分佈情形

Region	No. of accessions
Central and Western Africa	6,946
Eastern and Southern Africa	2,517
North Africa	348
Asia	2456
America	1,256
Europe	401
Australia	23
Unknown	623
Ex-mix	630
Total	15,200

引自 Cowpea genetic Resources, 1990 。

抗病種原及其遺傳基因

豆類蔬菜的抗病性是一種可遺傳的特性，具有此特性作物就可減輕或減少受到病源菌所感染，菜豆、豌豆、豇豆等豆類蔬菜之抗病種源和抗病性遺傳基因，分別列表如下：

表 6. 菜豆之抗病種原及其遺傳基因

Diseases	Pathogens	Sources of resistance	Genetic
Bean rust	*Uromyces appendiculatus*	PR-190, 8BP-3, Resisto, BPSR-130	one or more dominant independent or epistatic gene
Bean common mosaic virus	virus	Pinto UI 114, Great northern 31, IVT 7214	Monogenic dominant (*I*), recessive gene (*bc*-u, *bc*-1, *bc*-2, *bc*-3)
Curly top virus	virus	Apollo, Goldcrop, Blue Mountain, Wondergreen	-----
Bean golden mosaic virus	virus	A 427, A 429, DOR 303, DOR 364, DOR 476, Porrillo	-----
Bacterial blight	*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*	Tara, Jules, A 8-40, XAN 159, XR-235-1-1, PI 207262	Single dominant gene
Halo blight	*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*	PI 150414, V 4604, Red Mexican U I 3, Red Mexican U.I 35, G 2829, G 11766, G 12592	one or two complementary dominant or recessive genes
Anthracnose	*Colletotrichum lindemuthianum*	8BP-3, A 322, A 252, G 4032, Mexico 222, Cornell 49-242	Are gene
Angular leaf spot	*Phaeoisariopsis griseola*	Alabama No. 1, Small White	dominant or recessive major gene
Fusarium root rot	*Fusarium solani* Wr. f. sp. *Phaseoli*	PI 203958	-----
White mold	*Sclerotimia sclerotiorum*	PI 271999, BTS 16, Florida 72, PI 821860	-----
Bacterial spot	*Xanthomonas flaccumfaciensi*	PI 207262, PI 313343 PI 282086	-----
Root rot	Physium	RRR-36, RRR-46	-----

表 7. 豌豆之抗病種原及其遺傳基因

Diseases	Pathogens	Sources of resistance	Genetic
Fusarium root rot	*Fusarium solani* f. sp. *pisi*	PI 140165, PI 183910 PI 194006, PI 210257 PI 223385	*Fw*, *Fnw* 基因所控制
Fusarium root rot	*Fusarium oxysporumi*	Dia, Nike, K7589, R4006, Helia	-----
Brown root of peas	*Fusarium solani* f. sp. *pisi*	-----	Single gene Resistance was dominant
Damping-off	*Pythium ultimum*	Accessopms 140165 183910, 19404, Minnesota 494 A II	-----
Powdery mildew	*Erysiphe pisi*	Continental, JP501, VP 7906 PH1-1, HWVP 1	*er*(single gene recessive) *er* 2
Rust	*Uromyces fabae*	JP Batri Brown 3, JP Batri Brown 4	Single dominant gene
Wilt	*Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*. race 1	New Era, LMR 20, Kala Nagni, JP 501, LMR 110.	*Fw*
	race 2	-----	*Fnw*
Downy mildew	*Peronosopra pisi*	Dark Skin perfection	Single dominant
Ascochyta blight	*Ascochyta pisi*	Kinnauri, K 1632, K 3055, K 5072, K 5117	Duplicate factor One dominant gene
Pea root rot	*Aphanomyces euteiches*	PI 166159, PI 167250 PI 169604, PI 180693 PI 180868 Minnesota 494	Single dominant gene or linked polygenes with *le* or *pl*
Bacterial brown spot of pea	*Pseudomonas syringae* pv. *pisi*	-----	Comples system
Bacterial blight	*Pseudomonas syringae* pv. *pisi*	Onward and 3080 resistance to both race	Single dominant gene(race 1)
Bean yellow mosaic virus	virus	Bonneville Wisconsin Perfection	Single recessive (*mo*)
Top yellow virus	virus	-----	Monogenic recessive
Pea leaf-roll virus	virus	Rando, Novette, Starlett	Single recessive
Pea streak virus	virus	-----	Single recessive (*mo*)
Pea mosaic virus	virus	Perfection type	Single recessive (*pmv*)
Bean virus 2	virus	New Era, Wisconsin, Perfection	Single recessive

Pea seed-borne mosaic virus	virus	Psb, Mv-Pam, Psbmv-P4, X 78122, X 78123, X 78124, X 78125, X 78126, X 78128	A recessive factor (sbm4)

表 8. 豇豆之抗病種原及其遺傳基因

Diseases	Pathogens	Sources of resistance	Genetic
Anthranose	*Collectotrichum lindemuthianum*	New Era, VITA 3, Prima	Single dominant gene
Scab	*Sphaceloma* spp.	VITA 4	-----
Powdery mildew	*Erysiple polygoni*	Tanzania	Single recessive gene
Cercospora leaf spot	*Pseudocercospora cruenta*	New Era, Lalita, CR-17-1-34, Ala. 963.8	Two separate genes, Single dominant gene
Phytophthora stem rot	*Phytophthora vignae*	Tvu 3861, K4 235	-----
Web Blight	*Rhizoctonia solani*	VITA 1 (partial resistance)	-----
Ascochyta Blight	*Ascochyta phaseolorum*	Flori cream, V-44 (partial resistance)	-----
Bacterial Blight (Bacterial canker)	*Xanthomonas campestris* pv. *vigmicola*	Iron, P 309, P 426, P 910	A single dominant or a single recessive gene
Fusarium wilt	*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasonfectum*	Iron	A single dominant gene
Cucumber mosaic virus	virus	PI 186465	A single dominant gene
Cowpea chlorotic mottle mosaic virus	virus	PI 255811	A single recessive gene
Cowpea severe mosaic virus	virus	Macaibo, FP 7733-2	-----
Cowpea aphidborne mosaic virus	virus	TVu 2480, TVu 410	A single recessive gene or one partially dominant gene
Blackeye cowpea mosiac virus	virus	TVu 2480, Nong-fa 79	A single dominant gene
Cowpea yellow mosaic virus	virus	Alabunch, Arlington	A single dominant gene
Southern Bean mosaic virus	virus	Early Pinkeye, Iron, PI 186465	A single dominant gene

抗蟲種原

豆類蔬菜抗蟲性表現及穩定係受作物基因型、害蟲基因型和昆蟲所在環境交互作用影響。豆類蔬菜的抗蟲育種係利用作物之防衛性進行抗蟲性品種改良。進行抗蟲育種需了解作物抗蟲遺傳性、抗蟲品種篩選及抗蟲種原等，茲將菜豆、豌豆、豇豆等豆類蔬菜抗蟲種原，詳列於后：

表 9. 菜豆之抗蟲種原

Common name	Scientific name	Sources of resistance
Leafhoppers	*Empoasa kraemeri*	EMP 124, EMP125
Bean pod weevil	*Apion godmani*, *Apion aurichalceum*	Negro 150(G 5767), Pinto 168, Amarillo 154 (G 3982), Amarillo 160, Mexico 1290 (G11506), De Celaya (G 13614), G3578, G8142
Bean weevil	*Acanthoscelides obtectus*	G 11051, G 12858, G 12952
Mexican bean weevil	*Zabrotes subfasciatus*	G 11051, G 12858, G 12952

表 10. 豌豆之抗蟲種原

Common name	Scientific name	Sources of resistance
Leaf miner	*Melanagromyza conavistae*	LMR 4, LMR 10, LMR 20
Pea aphid	*Acyrthosiphon pisum*	
Pea weevil	*Sitona lineatus*	PI 196027, PI 244241, PI 244254, PI 244263, PI 273036, PI 280612,

表 11. 豇豆之抗蟲種原

Common name	Scientific name	Sources of resistance
Leafhoppers	*Empoasa* spp	TVu 59, TVu 123, TVu 1190, VITA 3
Thrips	*Megalurothrips sjostedti*	TVu 1509, TVu 946, ER-1, ER-7
Cowpea storage weevil	*Callosobruchus maculatus*	TVu 2017, TVu 11952, TVu 11953
Aphids	*Acyrthosiphon gossypii*	TVu 408, TVu 410, Ife Brown

重要性狀遺傳基因及其所控制的園藝性狀

豆類蔬菜的園藝性狀可經由遺傳基因傳遞到子代，因此，進行作物品種改良，首先必需了解控制性狀的遺傳行為，如該性狀係少數對主效基因控制或多數對微效基因控制，細胞質控制或細胞核控制，量的遺傳或質的遺傳，顯性基因或隱性基因等均需詳加了解，依其各種控制基因的形式，採用適宜方法，進行品種改良。

表 12. 菜豆重要性狀遺傳基因及其所控制的重要園藝性狀

基因符號	園藝性狀
A	產生黃褐色的基本顏色基因。
ace	產生發亮的果實。
Ane	種皮上產生模糊的斑紋。
Are	能給予炭疽病的四個生理小種的抗性。
av	和 *sv* 給予對菜豆嵌紋病一個隱性的抗病性。
B	種皮上有黑色的紋。
B1, B2	種子寬度的複數基因。
bc-u	對菜豆嵌紋病毒具非特性抗性。
$bc\text{-}1^{1,2}$	等位基因 1 和 2 為對菜豆嵌紋病品系 1 的抗性。
$bc\text{-}2^{1,2}$	等位基因 1 和 2 為對菜豆嵌紋病品系 2 的抗性。
bc-3	能給予菜豆嵌紋病品系 3 的抗性。
bl	與專用基因成紅色種皮。
Br	與 PR^{K} 成褐色種皮。
br	與 PR^{K} 成綠色種皮，與 Pr^{K} 成粉紅色種皮。
Cm	產生雜色外種皮。
C^{rho}	產生有長斜方形斑點的外種皮。
C^{st}	產生條紋的外種皮。
Ca	與顏色基因成圍繞種臍的條紋。
Can	與顏色基因可產生一帶有白色的外種皮或鯨油白色和一個黃褐色的種臍環。
Cm	產生有黑色穩定樣式的外種皮。
Cor	有黑色冠環繞種臍。
Cor, cor	有淡色的副花冠和白色的花。
D_1	在 *D-2* 存在時，添加控制在菜豆主莖節數的變異。同時，添加控制開花的日數。
D_2	在 *D-1* 存在時，添加控制在菜豆主莖節數的變異。同時，添加控制開花的日數。
Da	直的莢果。

Db	和 *Da* 為等效異位基因，為直的莢果。
dt-1[a,b]	在 *dt-2* 存在時，控制日長溫度對光周期反應的敏感度。
dt-2[a,b]	在 *dt-1* 存在時，控制日長溫度對光周期反應的敏感度。
dw_1, dw_2	重複基因造成植株矮化。
F	具炭疽病的 *F* 品系的抗性。
fd	長日下延遲開花的反應。
Fop 1	具 *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* 巴西生理小種的抗性。
Fop 2	具 *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* 美國生理小種的抗性。
gas	造成雄和雌的不稔性。
Gri	兩個基本顏色基因之一。
gri	和 *p* 為灰白色外種皮，沒有種臍環。
in	有限型生長。
In-ms	抑制 *Ms* 的作用。
L	抑制 *t* 在外種皮部份著色的效應。
pa	葉淺綠色。
pc	莢果為持久綠色。
pH	為開花時間對高溫和長日的反應。
r, r_1	合在一起對根瘤線蟲具抗性。
sil	葉銀色和在高強度光下使植株嚴重的矮化。
St	莢果多纖維。
Sy	與 *av* 和 *iv* 具嵌紋病抗性。
Sw	與 *sw-2* 使幼苗萎凋。
Sw-2	與 *Sw* 使幼苗萎凋。
T	單色種皮和有色花，纏繞習性對 *t* 非纏繞習性。
Ts	纖維的形成依靠溫度而定。
Ur	具菜豆銹病抗性。
v	白色花。

表 13. 豌豆重要性狀遺傳基因及其所控制的重要園藝性狀

基因符號	園藝性狀
a	缺花青素。
af	小葉片呈捲鬚。
alb	白苗，植株缺葉綠素。
au	幼苗金黃色。

b	粉紅色花。
Bt	果莢尾端鈍形。
cock	稔性降低。
Com	影響莢果曲度。
com	種子腹部扁平。
cri	葉，托葉，花，莢果摺疊和捲緊。
cry	與 *la, le* 影響節間長度和株高。
d	葉腋綠色。
En	具嵌紋病抗性。
er-1	具豌豆白粉病抗性。
F	種皮上有紫斑。
fa	與 *fas* 成莖帶化。
fas	與 *fa* 成莖帶化。
fl	葉片或托葉無斑點或小斑點。
fn	與 *fna* 決定花序上花數。
fna	與 *fn* 決定花序上花數。
Fnw	抗萎凋病生理小種 2 。
fr	與 *fru* 決定基部側枝數。
fru	與 *fr* 決定基部側枝數。
Fw	抗萎凋病生理小種 1 。
i	子葉綠色，*I* 為子葉黃色。
It	增加種子寬度 25%。
K	翼瓣正常，*k* 翼瓣成龍骨狀。
la	與 *cry, le* 影響節間長度和株高。
le	與 *cry, la* 影響節間長度和株高。
M	與 *A, Z, Mp* 使種皮棕色大理色斑紋。
Pl	與 *A, Ar, B* 為種皮黑色。
Pu	與 *A, Pur* 紫色莢果。
Pur	與 *A, Pu* 紫色莢果。
r	子葉扭曲。
r_b	子葉扭曲。
ram	增加側枝數。
S	種子和莢果容易剝離，*s* 種子和莢果粘連。
sbm	抗豌豆種子傳播性嵌紋病毒。
U	與 *A, z* 為種皮紫色。
um	小葉邊緣波浪狀。
wa	莢果，托葉，小葉無臘質。
wb	莢果無臘質。
wel	植株缺臘質。
yp	黃色花粉。
Z	種皮顏色基因，*A*+*Z* 紅色，*z* 為無色。

表 14. 豇豆重要性狀遺傳基因及其所控制的重要園藝性狀

基因符號	園藝性狀
bcm	具黑眼豇豆嵌紋病毒抗性。
Cls-1, Cls-2	具煤黴病抗性。
E_{11}, E_{12}	早開花顯性基因。
Ef-1,Ef-2	早開花顯性基因。
Gnp	綠色莢果。
Ms ms	為雄不稔性。
mvs	具 CMV 病毒抗性。
N	種皮淡黃色，*M* 栗色，*N+M* 呈褐色。
p^g	果莢為紫莢綠色中縫。
P^b	種子黑色。
P^p	莢果紫色。
p^t	果莢為綠莢紫尖。
p^v	果莢為綠莢紫色中縫。
R	種皮色澤基因，*R* 紅色，*rr* 白色，*R+BB* 黑色，*R+Bb* 斑點。
RDL	深紫色花。
RDl	深紫色花。
RdL	淺藍色花。
rdl	白色花。
Vi-1,Vi-2,Vi-3	互補基因，控制植株生長習性。
Ymr	具抗 CPMV 病毒。

授 粉 技 術

豆類蔬菜為天然自花授粉作物，無自交不親和性，花器構造較為特殊，是由旗瓣、翼瓣和龍骨瓣所組成的蝶形花，龍骨瓣將雌蕊和雄蕊緊緊包裹起來，在花瓣尚未開放前 1-2 日，即進行自花授粉，因此在進行雜交授粉時，應在雄蕊未成熟前，先用鑷子撥開花瓣，使花藥與柱頭露出，在不傷及花柱的情況下，將花藥夾掉，然後將花粉輕輕的塗抹在柱頭上，完成雜交授粉工作。豆類蔬菜的花器構造大致相同，花朵大小卻有差別，雜交授粉技術也略有差異，茲將菜豆，豌豆，豇豆等蔬菜雜交技術和方法分別簡述於后：

一、菜豆雜交授粉方法

菜豆雜交前除雄工作相當困難，主要是菜豆具有閉花授粉的習性，即雄蕊先成熟，且在花瓣未展開時即先行授粉，因此，需要在蕾期進行除雄工作，然而雌

蕊與雄蕊均彎曲呈螺旋狀緊裹在一起，除雄時很容易傷及花柱，致使結莢率低落，此外，菜豆自花結莢率亦低，估計一般結莢數僅佔開花數的 25-35%左右。為提高雜交授粉成功率，授粉時間、環境和花蕾著生部位選擇相當重要，一般授粉時間以上午和四周環境較為潮濕為宜，花蕾著生部位以主蔓 12-14 節花序上第一、二個花蕾來授粉雜交，成功率較大。菜豆花柱在花蕾期，約開花前 3 天，即具有接受花粉的能力，雜交授粉時，可將開花前 1-2 天的健壯花蕾除雄，然後以當天開花的雄蕊花粉來授粉，雜交成功的花蕾，子房迅速膨大， 3-4 日後即形成豆莢，菜豆授粉方法可分為蕾期除雄後授粉和蕾期不除雄授粉兩種，蕾期除雄後授粉即將旗瓣、翼瓣撥開，將龍骨瓣前端花瓣撕掉，使內部的花藥和柱頭曝露出來，用鑷子把每一枚花藥去掉，然後將所要的花粉輕輕的摩擦到柱頭上，授粉完畢，盡量將旗瓣、翼瓣恢復原狀，把所採用的父母本分別記載在紙牌掛在已授粉的花蕾上。Okonkwo 和 Clayberg 在 1984 年發表的包繞法(The Wrapping Method)，此法之母本花蕾除雄與一般除雄相同，僅在授粉時有少許差別，其法是摘父本剛開的花，小心除去龍骨瓣露出雄蕊和雌蕊，拔去花柱與柱頭，並用鑷子將雄蕊和子房分開，放在已除去雄花的柱頭上並包繞在柱頭，確定花藥與柱頭直接接觸，如此雄蕊不會移動，甚至於在結莢後花絲仍繞於莢尖，此法雖較費時費工，但雜交成功率幾乎高達 100%，較傳統方法為優。蕾期不除雄授粉有拉出柱頭法和花粉放入法兩種，拉出柱頭授粉法為用鑷子將母本花蕾的旗瓣、翼瓣剝開，將龍骨瓣前端花瓣結合處打開一個小洞口，再用鑷子向下方輕拉兩片翼瓣，使柱頭從龍骨瓣的前端伸出，隨即用父本帶有花粉的毛刷狀柱頭塗抹母本柱頭完成授粉工作。花粉放入法，為用鑷子打開旗瓣、翼瓣和將龍骨瓣的前端打開，把父本攜帶有花粉的柱頭直接從龍骨瓣前端小洞口放入，輕輕搖動，使母本柱頭授粉。

二、豌豆雜交授粉方法

豌豆花朵較大，雜交授粉成功率高，選擇植株生長勢強壯，第二分枝處的花朵來進行雜交授粉，可獲得較高的成功率和飽滿的種子，豌豆雜交授粉時間雖沒嚴格限制，但以清晨氣溫較低，濕度較大，著莢率較高。母本花蕾在一天中任何時間均可除雄，但以授粉前除雄較好，因為除雄後立刻授粉，柱頭上有黏液，授粉、受精效果較好。如果在溫室內進行授粉，有些育種家認為可在除雄後隔一天再授粉，這時候花蕾較大，授粉效果較好。豌豆雜交授粉都採用花蕾除雄後授粉，授粉步驟可參閱菜豆，豌豆受精後 8-9 小時花粉管即伸入子房，子房會慢慢膨大，經 40 天後，種子成熟即可採收。

三、豇豆雜交授粉方法

豇豆屬為蝶形花，總狀花序，每一花序有花 4-6 朵，近成對生。豇豆花序粗壯，花朵較菜豆或豌豆為大，花器構造簡單，去雄容易，且不易落花，雄蕊先熟，雜交授粉時需要在花蕾期進行除雄，花粉在強光高溫下仍有活力，可在當天除雄後立授粉，授粉步驟可參閱菜豆，授粉後四周保持較高的濕度，可增加授粉成功率，一般豇豆雜交授粉成功率在 20-50%之間。

豆類蔬菜為自交作物，雖具有雜種優勢，但生產一代雜交種子頗為費時，且增加種子生產成本，商業栽培所採用的品種均為固定種，一般在 40-100 公尺左右隔離區進行採種，盡量避免人為或機械混雜即可。雜交授粉只是應用在品種一般園藝性狀和病蟲害抗性改良。

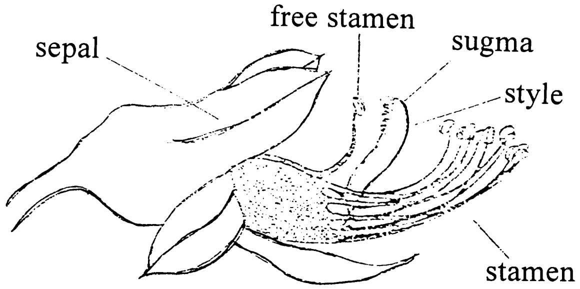

圖 1. 豆類蔬菜花器構造(取自 Carol Deppe)

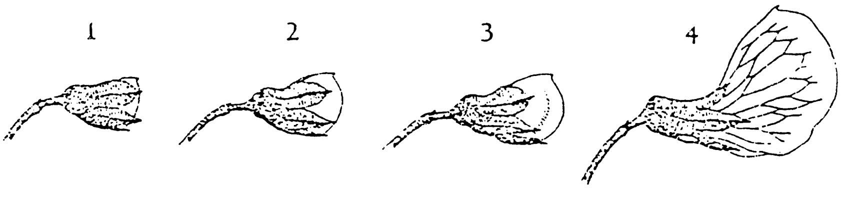

圖 2. 豌豆花蕊發育過程(取自 Carol Deppe)
(蕾 2.為適當除雄授粉期，蕾 1.或蕾 3.
視品種或氣候環境亦可當作適當除
雄授粉期，蕾 4.花蕾已自花授粉)

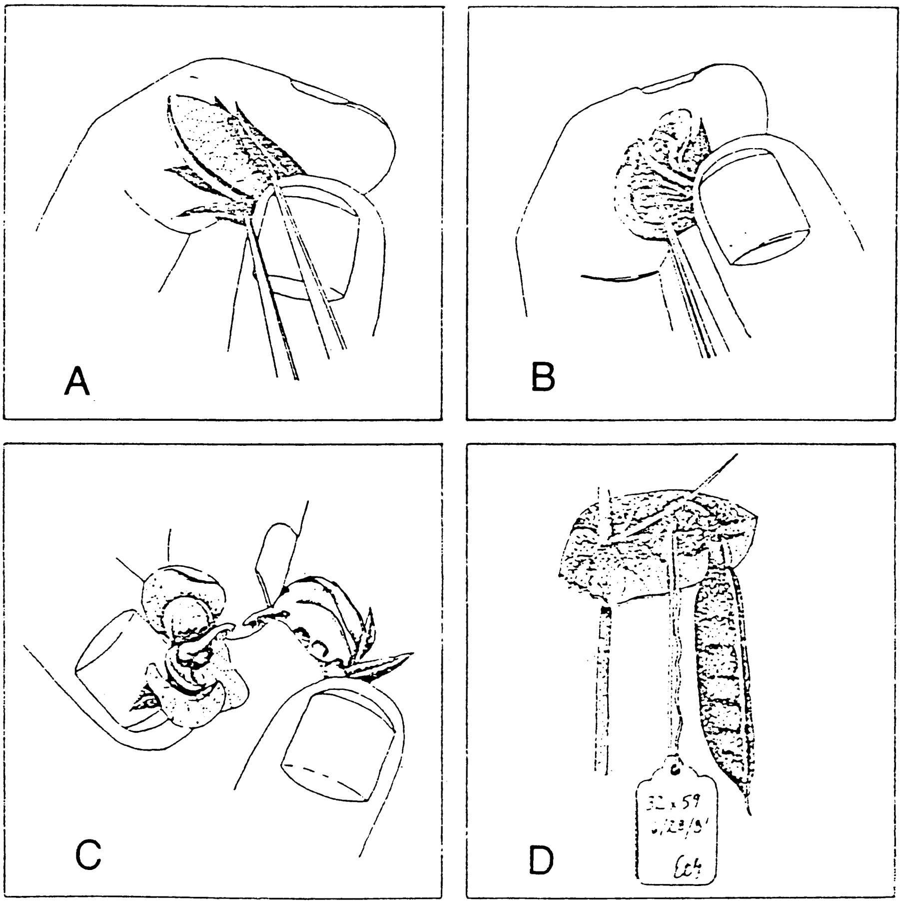

圖 3. 豌豆雜交授粉－ A.撥開龍骨瓣， B.除雄， C.授粉， D.著莢
(取自 Earl T. Gritton)

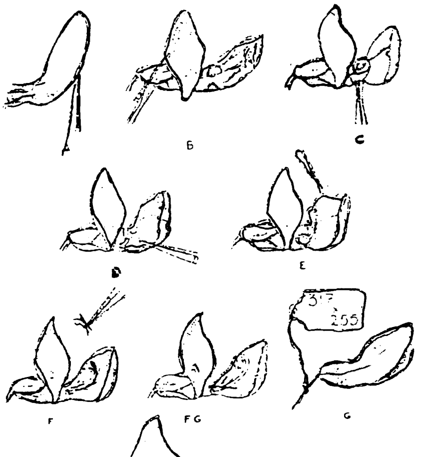

圖 4.菜豆雜交授粉－去雄、授粉(取自 Buishand T. J.)

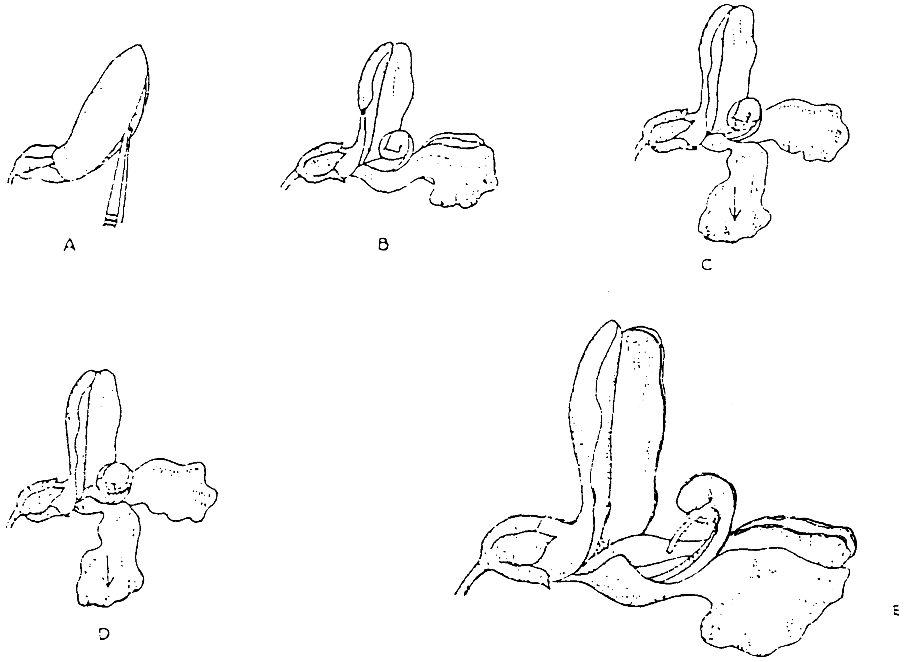

圖 5.菜豆花蕾不去雄授粉雜交法(取自 Buishand T. J.)

育 種 目 標

一、豐產性育種

豐產為豆類蔬菜重要育種目標之一，產量主要是受數量遺傳基因所控制，總產量的高低，除受到單位面積所種植的株數以及在該密度下單株平均產量的影響外，還受到株型、花序數、花朵數、結莢數、莢果長短、抗病蟲性及其他環境因素如光合速率，適應性等因子控制。因此，豐產性育種需考慮到上述各種特性，並將各種特性導入以達到豐產的目的。

二、抗病性育種

為害豆類蔬菜病害種類相當多，嚴重影響產量和品質，豆類蔬菜有病毒病、銹病、白粉病、萎凋病、根腐病、菌核病、褐斑病等共同病害，這些病害使用藥劑防治，效果不彰。採用抗病育種，將抗病基因轉移至栽培品種中，育成抗單一病害或多種病害新品種，以減輕病菌為害。在進行抗病育種前，首先要篩選抗病種原以及了解由幾對基因控制抗病性，病源菌的種類及其生理小種等等。

三、抗蟲性育種

為害豆類蔬菜的害蟲種類有薊馬、潛蠅、蚜蟲、紅蜘蛛、豆椽等，這些害蟲不僅為害幼株或成株的莖葉，同時也為害嫩莢和老熟的種子，一般採用噴灑殺蟲劑來防治蟲害的發生，而少有進行抗蟲育種的研究，殺蟲劑經使用一段時間後，昆蟲就會產生抗藥性，致使藥劑防治無效。目前已有少數抗蟲品種被鑑定，可利用這些抗蟲種原來進行抗蟲品種的選育。

四、耐逆境育種

逆境育種包括有高溫或低溫，短暫的乾旱或浸水，酸性或鹼性土壤，開花期的高溫或低溫，氮肥的欠缺，以及空氣污染等等。一個優良品種在各種逆境下需具有較好的適應性，例如幼苗的生育健壯，成株的收獲量就會增加，因此幼苗能否忍受早春低溫期，就成為一個很重要的性狀。低溫(15 ℃)會使花序和種仁減少，畸形莢果增加，高溫(35 ℃)會使花粉失去活力，影響產量和品質。

五、改良品質育種

豆類蔬菜莢果品質優良與否主要是受到莢果質地和失水快慢所影響，優良品種需要： 1.莢果果皮不能太厚和太硬，在莢果成熟時，果皮仍能保持幼嫩透徹， 2.莢果筋絲不發達，食用時，不需撕掉筋絲， 3.莢果纖維含量少， 4.莢果經急速冷凍或殺菁，果莢或豆仁不會變色， 5.莢果失水量慢。這些性質，都可經由育種來加以改良。

六、高蛋白質育種

蛋白質為豆類蔬菜主要成份，不同種類或品種其蛋白質含量有很大的差異，Woolfe and Hamblin 從 336 個菜豆品種中得知 Bontia ， PKh 58-7-2 ， PKh 69-38-1 和 PKh58-66-82 等品種其蛋白質含量高達 20-34%，豌豆亦有同樣的情形， K 1554 ， Bonneville ， EC 21857 等品種其蛋白質含量高達 28.4%，蠶豆種皮顏色與蛋白質含量多寡有關，黑色種皮蛋白質含量最高，約在 25.4-30.0%，黃色種皮和棕色種皮之蛋白質含量，分別在 23.8-26.9%和 23.0-27.7%。育種家指出蛋白質的遺傳性較為狹窄，係受微效基因和修飾基因所控制，高產與高蛋白質呈負相關，採用譜系法和單籽後裔法等育種方法可改良豆類蛋白質含量。

育種方法

豆類蔬菜屬自花授粉作物，其育種方法可依據自交作物育種行為加以規範，由於豆類蔬菜人工去雄授粉技術較為困難，雜交一朵花只能獲得少許幾粒種子，田間種植時，需要種子量卻很多，豆類蔬菜雖具有雜種優勢，但卻難以發揮。豆類蔬菜育種方法有 1.引種， 2.選種， 3.雜交育種和 4.回交育種等，育種家可依其育種目的，選擇適合的育種方法來進行育種工作，所選擇的方向可分兩方面，一種是控制各種性狀遺傳，另一種是育種材料的評估和利用。茲將豆類蔬菜種育種方法和步驟，分別詳列出來，以供作為豆類蔬菜育種時參考。

一、引種

1.收集、引進

自行由國內收集或由國外引進之品種(系)，首先應將其名稱、來源、重要園藝性狀、抗病性和抗蟲性等特性詳加記載後，進行田間品種觀察和馴化試驗。

2.觀察試驗

選擇適當季節，進行品種觀察試驗，每一品種按照順序分別種植一區或一行，以本地慣用品種作為對照品種，生育期間詳細調查各品種間的園藝性狀、適應性及病蟲害發生情形。純度一致的品種，可採用混合留種，純度不一的品種，需要單株選拔自交留種。第二年，繼續進行品種觀察和評估，每品種種一小區，每小區至少種植 20 株，採用順序排列，重複 2-4 次，調查品種特性、抗病蟲性及產量估算，優良品種可選作雜交育種之親本或進行品種(系)比較試驗。

二、選種

1.純系選種

從地方栽培田或試驗田中，選拔具有優良特性的單株，進行自交留種並成為一自交品系，進行品系觀察試驗，調查各品系園藝性狀，抗感病蟲性、評估產量和品質後，選擇優良品系，參加品種(系)比較試驗。

2.混合選種

混合選種主要應用於品種保存和繁殖，栽培品種改良和純化。其方法是在栽培田間選出最優良的單株，其數目可由數十株到數百株，分別留種。次年，由各單株選出一定的種子量混合種植於田區，生育期間，進行優良單株選拔，淘汰異型株或感病株，入選的優良單株，可混合採收種子，作為純正優良種子的來源。每次都將種子混合種植在田區，選拔優良單株後再留種，重複這一步驟直到品種表現型趨向一致時，即可參加品種(系)比較試驗。

三、雜交育種

豆類蔬菜花器構造比較特殊，在田間進行人工除雄和採粉，結莢率不高，可將植株種植在栽培缽，放置在溫網室內進行人工除雄和授粉，以提高雜交成功率。一般雜交育種步驟有：

1.親本選擇

雜交育種是結合分別在不同品種的優良遺傳基因於一體，育成新品種之園藝性狀是否優異，視親本的選擇是否適當，所以在親本的選擇上需特別留意，應選擇園藝性狀良好且合乎育種目標的品種(系)作為親本，並依據親本開花時間的早晚，調整種植時間以調節花期，方便雜交授粉。

2.雜交授粉

豆類蔬菜花柱在花蕾期，約開花前 2-3 天，就有接受花粉的能力，所以雜交授粉可在清晨 10 點前，選擇開花前 2-3 天的健壯花蕾進行除雄，除雄後可以當天開花的雄花花粉來授粉，亦可於下午 3 點以後除雄，翌日清晨 10 點前授粉，無論是除雄後立刻授粉或隔日授粉，都要在除雄和授粉後盡量將旗瓣、翼瓣恢復原狀，以提高著莢率。將父母本名稱或代號分別記載在紙牌上，掛在已授粉的花蕾上作為識別標記，雜交成功的花蕾，子房迅速膨

大，3-4 日後即形成豆莢。每一雜交組合所獲得的種子分別種植在栽培缽，放置溫網室內，播種雜交組合時，應同時播種二親品種作為對照，以辨別雜種的真偽。

3.後裔分離及選拔

豆類雜交後裔處理方法，與其他自交作物相似，常依其育種目的和選拔效果而定。一般常用的方法有譜系法、混合法及單籽後裔法。

(1)譜系法

譜系法為豆類蔬菜育種計畫中常用的方法，藉由雜交後代的選拔，可獲得理想的新品種。譜系法對於遺傳力較弱的性狀較為有效，多因子所控制的遺傳性狀或量的性狀育種，因子型的斷定，較為困難，採用譜系法育種，由於組合後代種植株數多，需要較多的人力投入，育種成本較高。

A.F_1 世代：由雜交所得到的 F_1 種子，分別種植在栽培缽內，播種 F_1 種子的同時也播種二親品種作為對照，以辨別是否為真的雜交種，拔除偽雜交株後，將已確認的雜交植株，詳細調查及記載園藝性狀，並進行單株套袋，以確保自花受精，各單株的種子分別採收，成一系統。

B.F_2 世代：由 F_1 植株所獲得的種子，各自成立為一組，種植成一區，種植株數視控制基因數而異，通常以 250-1,000 株為宜，並種植栽培品種，作為對照。生育期間詳細調查和比較各單株園藝性狀，選拔合乎育種目標的單株自行留種。

C.F_3 世代：以 F_2 世代入選之單株作為一系統，每一系統種植 20-40 株，在適當的行數插入二親及對照品種，生育期間詳細調查各系統之園藝性狀，並注意各系統之性狀是否一致，選拔合乎育種目標的優良系統，再由各優良系統中，選拔優良單株，每一優良單株分別留種。

D.F_4 及以後各世代：以 F_3 世代入選之單株作為一系統，每一系統種植 20-40 株，詳細調查各系統之園藝性狀，按育種目標選拔優良系統，再由各優良系統中，選拔優良單株，入選之優良單株分別採種。F_5 世代繼續重複 F_4 之步驟進行選拔，若系統內各株間的園藝性狀趨向一致時，即可將各株系混合留種，進行品系比較試驗；若品系內各園藝性狀尚有分離現象，則需繼續進行單株選拔，直至各性狀固定下來，方可進行品系比較試驗。

(2)混合法

混合法育種效率較低，近年來較不為豆類蔬菜作物育種所採用，混合法對遺傳力較高的性狀效果較高，遺傳力較低效果較差，但可藉由增加雜交數目和加大族群來補償，混合法主要優點是育種成本較低。

A.F_1 世代：與譜系法同。

B.F_2 世代：自 F_2 世代起採用放任栽培，單株種植，不加以選拔，各組合種植株數至少 250 株，逢機留種，混合採收。

C.F_3-F_5世代：單株種植，不加以選拔，各組合種植株數至少 500 株，逢機留種，混合採收。

D.F_6世代：各組合約有 80%達到同質結合個體，從 F_6世代起進行單株選拔，各植株生育期間，詳細調查各系統之園藝性狀，並依育種目標，進行優良單株選拔，選拔率約在 10%，各單株分別留種成一株系。

E.F_7及以後各世代：以 F_6世代入選之單株作為一系統，每一系統種植 20-40 株，詳細調查各系統之園藝性狀，按育種目標選拔優良系統，再由各優良系統中，選拔優良單株，入選之優良單株分別採種。F_8世代繼續重複 F_7之步驗進行優良單株選拔，選拔期間如有足夠種子，即可進行品系比較試驗或區域試驗。

(3)單籽後裔法

單籽後裔法為每一世代取一單株中的一粒種子播種下一代，各世代不進行選拔，至 F_4-F_6世代時，當各性狀達到同質結合時，進行優良單株選拔。單籽後裔法具有節省世代繁殖時間、人力、物力和降低等位基因的損失率等優點，故多為豆類蔬菜育種家所採用。

A.F_1世代：與譜系法同。

B.F_2世代：由 F_1世代所得到的 F_2世代植株，每一組合種植株數在 250-500 株，各植株僅收獲一個莢果。

C.F_3-F_4世代：由 F_2-F_3世代每一植株所得到莢果中，各取 2-3 粒種子播種，最後僅留一植株收獲一個莢果。

D.F_5及以後世代：F_5世代收集每一基因型之種子，分別種植直至各性狀達到純結合體為止，即可進行品系比較試驗。

四、回交育種

1.親本選定及雜交

親本選擇通常以適合當地栽培的優良品種作為輪迴親，該品種僅缺乏某一種有用的經濟性狀，選擇能彌補輪迴親所缺的性狀為非輪迴親，進行雜交。

2.回交及選拔

(1)種植雜交後所獲得的 F_1和輪迴親、非輪迴親，以確定 F_1植株的真偽，拔除偽雜交株後，與輪迴親進行第一回交，並繫上標示牌。

(2)回交族群所種植株數視由非輪迴親轉移的性狀所控制遺傳的基因數目而定，一般由一、二對基因所控制的性狀，需種植株數 20-40 株即可，回交育種需留意選拔攜帶有非輪迴所轉移過來的性狀即可，可在田間或溫網室種植。

(3)將第一次回交族群中選拔具有由非輪迴親轉移而來的性狀植株與輪迴親作第二次回交；第三至六次回交方法與步驟同第二次回交，回交世代次數視所需要轉移的性狀定。

(4)回交育種過程中所需要進行的方法，視所轉移性狀的遺傳基因為顯性或隱性而定，若該性狀為顯性，僅需在回交後代族群中，選擇具有該性狀的單株和輪迴親回交即可；若該性狀為隱性，則需在回交後代族群各植株同時進行自交或試交，並選拔具有該欲轉移性狀的植株作為回交親本，此步驟為確定該性狀是否已轉移下來。

(5)為使所需的性狀在以後各世代不會分離，在進行最後一次回交後，就要將這回交族群自交並進行後裔檢定，使該性狀成為同型結合體，即可與輪迴親進行品系比較試驗。

表 15. 一般豆類蔬菜作物育種流程圖(取自 M. J. Silbernagel)

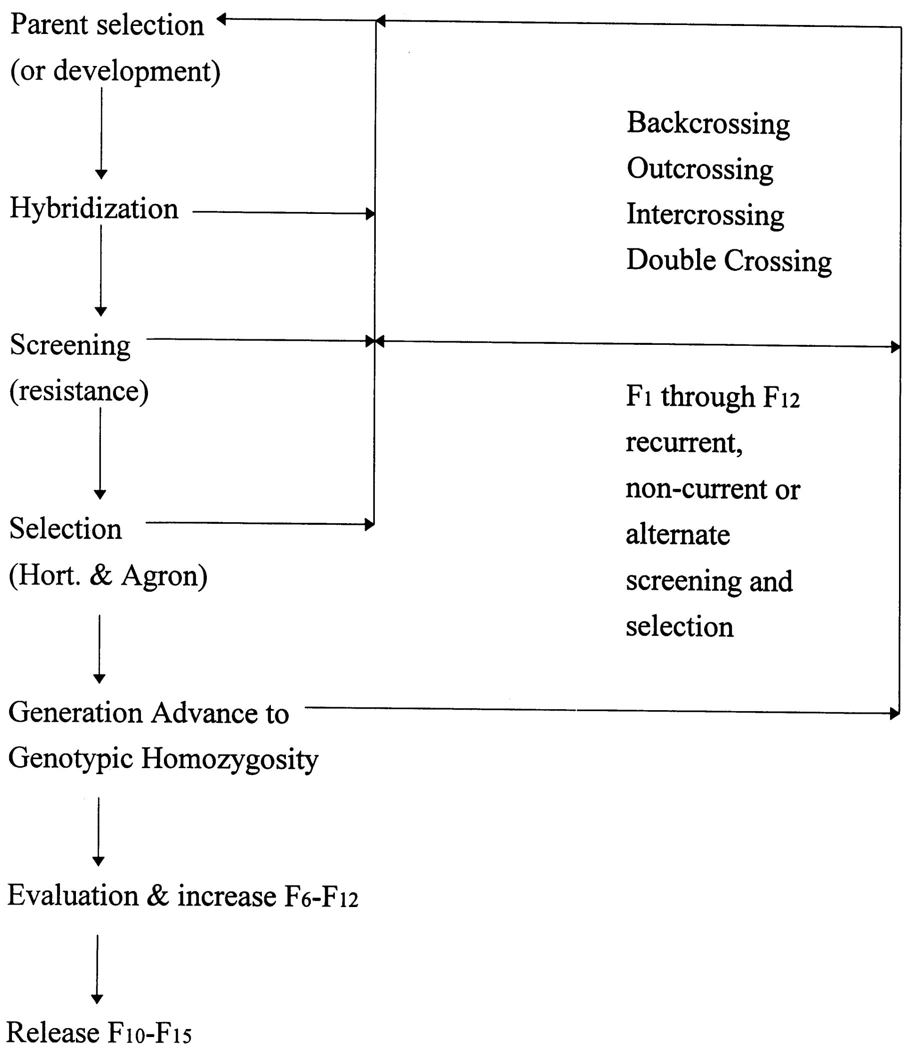

表 16. 藉由回交育種方法，將隱性抗病基因轉移至栽培品種(取自 Earl T. Gritton)

雜交組合			抗病品種(A)		感病品種(B)
			rr	×	RR
			↙		
回交第 1 世代			F_1		感病品種(B)
			Rr	×	RR
			(從 A 和 B 品種各獲得 50%基因)		
	試　交		↙		回　交
回交第 2 世代	抗病品種(A)		BC_1		感病品種(B)
	rr	×	1RR：1Rr	×	RR
	選擇異型結體 Rr 回交		(75%基因來自 B 品種)		
			↙		
回交第 3 世代	如上	×	BC_2		感病品種(B)
			1RR：1Rr	×	RR
			(87.5%基因來自 B 品種)		
			↙		
回交第 4 世代	如上	×	BC_3		感病品種(B)
			1RR：1Rr	×	RR
			(93.75%基因來自 B 品種)		
			↙		
回交第 5 世代	如上	×	BC_4		感病品種(B)
			1RR：1Rr	×	RR
			(96.875%基因來自 B 品種)		
			↙		
回交第 6 世代	如上	×	BC_5		感病品種(B)
			1RR：1Rr	×	RR
			(98.4375%基因來自 B 品種)		
自　交	RR		Rr		自交所有的植株，留抗病株的種子。
	↓		↓　↘		
	全部 RR		1RR, 2Rr　1rr		
	感　病		感　病　抗　病		

種 間 雜 交

豆類植物為世界性重要作物之一，植株根部的根瘤菌具有固氮作用，可增進土壤肥力，嫩莢的蛋白質含量較一般蔬菜為高，種子亦含有很高的蛋白質和油分，為人們蛋白質的重要來源，然而豆類蔬菜的遺傳基因相當狹窄，限制了某些性狀的改良，利用種間的雜交，可增加遺傳變異、抗病性和抗蟲性。豆類蔬菜栽培種受到多種類病蟲為害，我們可從其他栽培種找到抗病蟲害種原，甚致於抗乾旱、抗熱、抗寒等其他性狀種原。利用種間雜交育種可以改良品種的抗病蟲性、莢果性狀、種子大小和顏色，莢果種子數及其他逆境抗性。菜豆屬有 4 個栽培種分別為菜豆(*phaseolus vulgaris*)、多花菜豆(*P. coccineus*)、尖葉菜豆(*P. acutifolius*)、馬利菜豆(*P. lunatus*)，其中多花菜豆有紅花矮生菜豆(*P. coccineus* var. *rubronanus*)，白花矮生菜豆(*P. coccineus* var. *albribabus*)和蔓性白花白粒菜豆(*P. coccineus* var. *albus*)等 3 個變種；利馬菜豆又可分大粒種利馬菜豆(*P. limensis*)和小粒種利馬菜豆(*P. lanatus*)，育種家利用種間雜交來改良栽培品種的重要特性和抗病蟲性， Smarth 指出 *P. vulgaris* 與 *P. coccineus* 雜交具有親和性，而 *P.* vulgaris 、*P.* coccineus 與 *P.* acutifolius 雜交雖有部份親和性，但稔性低， *P. lunatus* 和其他三種菜豆雜交親和性較低，一般來說，以 *P. vulgaris* 作為母本與 *P. coccineus* 作為父本進行雜交成功率較高，反之較為困難，雜交後胚無法繼續發育，需藉助胚培養以獲得後代。豌豆屬中有 *Pisum formosun* (ornamental pea)， *P. aucheri* (Aucher pea)， *P. fulvum* (red pea)， *P. abyssinicum* (Abyssinian pea)， *P. syriacum* (Syrian pea)， *P. elatius* (Mediterranean pea)， *P. sativum*(garden pea)， *P. arvense* (field pea)等 8 種，豌豆屬種間雜交雖沒障礙，但 F_1 幼苗生長發育卻不正常，如 *P. fulvum* 與 *P. sativum* 雜交，所獲得的 F_1 種子會皺縮，反交雖可獲得正常種子，但幼苗的生長受阻，而發育不正常。豇豆屬中的 *Vigna unguiculata* 為重要栽培種，含有 5 個亞種，其中 *V. unguiculata* subsp. *dekindtiana* 和 subsp. *mensensin* 為野生種，而 subsp. *unguiculata* ，subsp. *sesquipedalis* 和 subsp. *cylindrica* 為栽培種，這三個栽培種間有較好的種間親和性，然而與其他二個野生亞種或 *V. mungo* ，*V. luteola* ，*V. radiata* ，*V. umbellata* 等雜交，會由於配子不親和性，雜種胚崩潰以及雜種稔性低，無法獲得種間雜種，必需藉助胚培養來克服雜交障礙。利用種間雜交將已存在其他種間的重要經濟性狀基因轉移到栽培品種中，以育成抗病蟲害或抗逆境新品種，但由於種間雜交所獲得的雜交胚會在未成熟前崩潰，因此，需要借助胚培養，生長素或其他化學藥劑的處理，促使染色體減數分裂正常，延長著莢日數，適當養份的供應及抑制物質的減少等，以促進胚的發育。

育 種 成 就

一、菜豆

自從首批直立型和圓型菜豆品種在 1865-1870 年推出以後，直到 1958 年美國農部 Bill Zaumeyes 育成了嫩莢、淺綠色菜豆品種 Tendecrop ，菜豆育種家利用 Tendecrop 的優良特性作為親本，育出一系列綠色嫩莢、莢果大、質優、植株有限

型生長、株型直立、種子成熟期集中和纖維發育較慢、適合加工、冷凍用新品種。1976 年法國人 G. Fouilloux 和 H. Bannerot 利用回交育種和譜系法選育出高產、質優、抗炭疽病和菜豆普通嵌紋病毒(bean common mosaic virus)等病害品種。同年 G. Fouilloux 等人育成一個抗 *Pseudomonas phaseolicola* 的優良新品種，這個品種在美國和歐洲地區有很大的栽培面積。 1982 年 A. Allavena 和 G. Soressi 利用回交育種，選育出具抗菜豆普通嵌紋病毒病和疫病的 Moniriso 和 Morena 兩個品種， 1940 至 1950 年代，菜豆加工製罐及冷凍的興起，為配合冷凍加工業的發展，育種家育成二個適合冷凍加工淺綠色種仁和高品質的加工品種 Kalaton 和 Gallatin 50 。 1960 年間為配合菜豆機械採收，育種家選育出適合機械化採收品種 Harvester 等品種。南美哥倫比亞 Cali 地方的國際熱帶農業中心(Centro Internacinal de Agricultura Tropical ，簡稱 CIAT)執行大規模的菜豆育種計畫，截至目前為止，已育成數百個對抗病蟲害具有抗性的新品系。近年來，美國佛羅里達大學 Dr. K. Awuma 和 Dr. M. Bassett 對菜豆的短果莢(*ds*)和細長分枝(*sb-1*)基因定位點進行連鎖研究，得知短果莢(*ds*)和濃綠色卷葉(*dgs*)有緊密的連鎖關係。 1986 年， Dr. S Mackenzie 和 Dr. M. Bassett 獲得一個穩定的雄不稔性材料，利用該雄不稔性材料與具有保持基因"Sprit"品種回交 8 世代後，鑑定出二個恢復基因材料。在抗病育種方面，由於顯性基因 *I* 對菜豆普通嵌紋病毒具有抗性，因此，許多菜豆栽培品種對菜豆普通嵌紋病毒都具有抗病性，菜豆普通嵌紋病毒的生理小種會使菜豆葉片產生扭曲病徵，抗病基因 *I* 和另一個抗病基因 *bc-1* 或 *bc-2* 或 *bc-3* 的結合，對扭曲和嵌紋病徵具有抗性。Dr. Freytag 育成菜豆 PR-190 品種、古錦文先生育成台中 1 號菜豆品種，這二個品種對銹病都具有抗性； Mr. Meiners 和 Silbernagel 育成菜豆 BARC-1 品種對銹病也具有抗性。 Silbernagel 氏另育成一個菜豆品種 8BP-3 對銹病某些生理小種、炭疽病和病毒病具抗性。 Dickson & Boettger 育成一些菜豆品系對 fusarium 和 pythium root rot 具有某種程度的抗性。

二、豌豆

1907 年 D. L. Rudzinskii 在莫斯科農業育種遺傳工作站開始進行豌豆育種工作，先後育成 11 個豌豆品種。豌豆為台灣重要冬季蔬菜之一，台中區農改場積極從事豌豆品種改良，於民國 60 年左右先後選育台中選 1 號和由單花在來與改良法國種的雜交後代育成台中 9 號，這二個品種取替當時由福建省引進之在來白花地方品種；民國 69 年，台中區農改場由"Melting Sugar ×乙女"的雜交後代育成台中 11 號，該品種適合嫩莢鮮食和冷凍加工，產量高和耐白粉病等優點；民國 77 和 78 年分別育成抗白粉病的台中 12 號品種和甜豌豆品種台中 13 號；民國 87 年由"薩摩×(新珍× $Knight^2)^5$"的雜交後代育成豆莢用之大莢、豐產、抗白粉病之豌豆新品種台中 14 號。白粉病為豌豆重要病害，其病原菌為 *Erysiphe polygoni* ，主要發生在涼爽乾燥的秋季，病徵為在葉片表面產生白色粉狀孢子，類似麵粉而得名，分生孢子四處飛散， 7-10 內就可造成流行性病害。白粉病之抗病性係受到

一對或二對隱性基因所控制，育成抗白粉病品種有台中 12 號、台中 14 號、Stratagem 等品種。豌豆立枯病為豌豆另一種重要病害，係由鐮刀菌引起的根腐病和萎凋病的複合感染，根腐病主要由 *Fusarium solani* f. sp. *pisi*，而萎凋病的病原菌為 *Fusarium oxysporum*，根腐病引起的主要病徵為地下根部褐化至腐爛，壞死；而由萎凋病引起的病徵為植株黃化萎凋，萎凋病生理小種約有 11 種之多，對豌豆生產構成威脅僅有 4 種。抗病種原有 Dia，Nike，Helia，R 4006，K 7589，PI 140165，PI 183910，PI 194006，PI 210257，PI 223385 等品種，抗病性係所 Fw，Fnw 等基因所控制。

三、豇豆

早在 80 年前，美國南卡進行豇豆抗病性檢定，得知 Iron 品種對於萎凋病和根腐病均具有抗病性，1939 年 Mackie 以抗病的 Iron 品種和感病的 California Blackeye 雜交，育成抗萎凋病和根腐病的 Blackeye 品種供加州地區栽培，1962 年澳洲育種家由 Poona 和 Blackeye 的雜交後代育成對 phytophthora stem rot 具有抗病性的 Caloona 品種，Gray(1976)利用 Mississippi Silver 和 Pinkeye Purplehull 的雜交後代，育成對病毒病具有抗性的 Worthmore 品種。1974 年設立在 Nigeria 的 International Institute of Tropical Agriculture 簡稱 IITA 機構進行 5,000 個豇豆種原的抗病性篩選，得知有 720 個種原對 1 種病害具有抗性，208 個種原對 4 種病害具有抗性，少數種原對 10 種病害具有抗性，例如 Iron 品種(編號 TVu 990)對萎凋病、根腐病、炭疽病、銹病、煤黴病、bacterial pustule、bacterial blight、cowpea banding mosaic、cowpea mosaic、southern bean mosaic 等病害具有抗性，VITA 1(編號 TVu 201)和 VITA 4(編號 TVu 1190)這二個品種能抗 9 種病害，為非洲潮濕低地相當重要品種。1981 年 Allen 等人從 PI 225922 品種中選育出具有抗非洲地區 4 種重要病害的 VITA 4 品種。農試所進行豇豆抗胡瓜嵌紋病毒和黑眼豇豆嵌紋病毒病抗病篩選，獲得農委 79 號和福師菜豆對上述二種病毒具病抗性，其中農委 79 號對胡瓜嵌紋病毒和黑眼豇豆嵌紋病毒的複合感染亦具有抗病性，楊和蕭二氏以抗病品種農委 79 號和新青青菜豆雜交，育成抗病毒病，豐產之農試 575 號品系。

採 種 技 術

豆類屬自交作物，天然雜交率不高，除蠶豆的天然雜交率可高達 40%外，其餘各種豆類蔬菜之天然雜交率，依品種、氣候環境和昆蟲類別而有很大的差異，通常一般都在 0-10%之間。因此，為了避免原原種，原種和栽培種在採種時，受到其他品種的混雜，影響到種子的純度，品種與品種之間需要有適當的隔離，此外，溫度，光照，水份和養份等等都會影響到植株的結實率和種子的品質，在種子生產上需詳加留意，茲將菜豆，豌豆和豇豆在原原種，原種和栽培種等種子生產上，應注意事項，簡述於後：

一、菜豆

菜豆屬溫暖性蔬菜，耐寒性較弱，在20-25℃的氣候環境下，植株生育茂盛，種子發育充實，採種量較高。品種間的天然雜交率差別很大，一般矮性品種天然雜交率為2.7%，蔓性品種天然雜交率為10%，因此，為了確保品種的優良特性，採種圃的距離應需在100公尺以上，另拔除採種圃內異型株，選留植株形狀良好，中間部位所結的莢果留種，低花房或末梢所結的莢果應盡早摘除。菜豆從播種至開花需40-50天，開花後約40天，莢果漸漸轉成褐色，種子變硬，即可採收，蔓性品種種子成熟頗不一致，需分多次採收，矮性品種可整株連根拔起，一次採收完畢。莢果晒乾後，莢殼和種子較易剝離，種子經精選後，再經陽光晒乾後，即可包裝貯藏在低溫低濕的低溫箱或乾燥箱裡。

二、豌豆

豌豆屬冷涼性蔬菜，耐寒性較強，生育適溫為15-20℃，在冷涼乾燥環境下，植株生長良好，採種量高。豌豆花朵顏色雖艷麗，但花蜜不多，且雌蕊和雄蕊緊包在龍骨瓣內，雜交機會雖然不多，不過為了避免品種間機械混雜，確保品種純正，採種圃與其他豌豆品種隔離，至少要在10公尺以上，採種圃在植株生育期間，應經常巡視，一旦發現有異型株，就立即拔除，選擇生育健壯之植株作為留種株，留種株的留種節位以第二分枝節位為宜，植株全部花謝後，種莢變薄皺縮，色澤變黃後，即可採收。豌豆豆莢尚未十分乾燥時，豆莢是不易裂開，因此，採收時可將整株連根拔起，晒乾後，用木棍輕敲豆莢，使種子脫落或放入每分鐘轉動 350 轉的攪拌機，攪破豆莢，取出種子，種子若混雜有豆殼、枯枝或殘葉等雜質時，可用篩選和風選來去除雜質，種子經晒乾至水份含量在14%左右時，即可包裝貯藏在低溫低濕之低溫箱或乾燥箱裡。

三、豇豆

豇豆屬高溫性蔬菜，耐熱性較強，生育適溫為 25-35 ℃，採種適溫為 20-30 ℃，因此，適合在亞熱帶地區採種，台灣南部地區，冬季氣候較為溫暖，適合種植豇豆，但採種栽培仍以春播較為理想。豇豆在高溫濕潤的氣候環境下生長，植株生育茂盛，結莢纍纍，土壤過於潮濕時，容易引起落花、落莢。豇豆雖屬自交作物，但品種間會有5%的雜交率，因此，採種圃的隔離，至少要有30公尺以上，採種圃內之異型株和感染病毒病的植株，應盡早拔掉，植株初期所開的花，所結的果莢雖粗，但種子較不充實，此外，豇豆豆莢較長，容易觸及地面而腐爛，故不宜留種，植株末梢所結的果莢較小，種子較差也不宜留種，因此，留種部位應以植株中央部位所開的花，所結的莢果，其種子最為充實飽滿。豇豆開花後30-40天，豆莢轉為褐色，莢肉收縮變薄，種子變硬，種仁突出，即可採收。豇豆花期長至40天，分批採收，費時費工，幸好豇豆豆莢老熟後不易裂開，可懸掛在植株上，待最後的豆莢成熟後，一次採收。豇豆豆莢組織強韌，豆莢不易裂開，需要晒到十分乾燥後，用手撥開豆莢或用木棒輕壓豆莢，才能取出種子，種子經晒乾後，即可包裝存放在低溫低濕的低溫箱或乾燥箱裡。

參考文獻

中國農業科學院蔬菜研究所主編 1987. 豆類栽培. p.667-715. In：中國蔬菜栽培學 農業出版社 北京 中國

王 素、李佩華 1993. 矮生菜豆種子產量及其有關性狀的遺傳分析 p.52-55. In：科學研究論文匯編 中國農業科學院蔬菜花卉研究所 北京 中國

王 素、李佩華 1993. 豇豆產量組成性狀的遺傳和通徑分析 p.67-70. In：科學研究論文匯編 中國農業科學院蔬菜花卉研究所 北京 中國

王 素、李佩華 1993. 我國食用莢菜豆和長豇豆資源的搜集和利用 p.79-81. In：科學研究論文匯編 中國農業科學院蔬菜花卉研究所 北京 中國

王 素等 1996. 食莢菜豆種質資源苗期抗病性鑒定和嫩莢品質分析. 5 ： 22-24.

李學勇 1957. 豆類蔬菜的育種. p.207-245. In：園藝育種學 時代出版社 台北 台灣

李伯年 1982. 蝶形花科蔬菜. p.319-372. In：蔬菜育種與採種 茂昌圖書有限公司 台北 台灣

何 康等 1990. 豆類蔬菜. p.11-12.， p.22-24.， p.35-38.， p.44-46.， p.58-59.， p.91.， p.137.， p.139-140.， p261.， p.279-280. In：中國農業百科全書 蔬菜卷 農業出版社 北京 中國

汪雁峰等 1993. 長豇豆莢色的遺傳及其花蕾瓣和籽粒色澤的關係. 中國蔬菜. 3 ： 22-24.

周長久 1996. 菜豆. p. 220-234. In：現代蔬菜育種學 科學技術文獻出版社 北京 中國

林政行 1987. 植物抗蟲育種. p.172-180. In：植物抗蟲學 台灣省立博物館 台北 台灣

洪 立 1985. 菜豆之育種 p.105-128. 夏季蔬菜生產改進研討會專輯 桃園區農改場 桃園 台灣

徐兆生等 1997. 菜豆人工雜交授粉試驗. 中國蔬菜. 4 ： 16-19.

郭俊毅 1993. 台灣的豌豆. p.293-314. In：台灣蔬菜產業演進四十年專集 台灣省農業試驗所 台中 台灣

郭俊毅 1995. 豆類蔬菜產業之現況與展望 p.111-133. In：台灣蔬菜產菜改進研討會專集 台中區農業改良場編印 台中 台灣

郭俊毅 1995. 台灣豌豆品種之改良. p.153-166. In：蔬菜育種研討會專刊. 桃園區農業改良場編印 桃園 台灣

張渭章等 1992. 豇豆重要性狀的遺傳及育種. 中國蔬菜. 1 ： 50-53.

楊偉正、蕭吉雄. 1995. 豇豆抗病毒病篩選及抗病品種之選育 p.28. In：中國園藝學會八十四年度年會論文宣讀

盧守耕 1967. 現代作物育種學 國立台灣農學院叢書 第十號 國立台灣大學農學院出版 台北 台灣

盧守耕譯 1976. 作物育種學導論. 國立台灣農學院叢書 第十六號 國立台灣大學農學院出版 台北 台灣

Allen, D. J. 1983. The pathology of tropical food legumes—disease resistance in crop improvement. John Wiley & Sons Ltd. Toronto. Canada.

Bliss, F. A. and J. W. S. Brown. 1983. Breeding common bean for improved quantity and quality of seed protein. p.59-102. In : Plant Breeding Reviews. Vol. 1. AVI Publishing Co., Inc., Connecticut, USA.

Buishand, M. J. 1956. The crossing of beans (Phaseolus spp.). Euphytica. 5 ： 41-50.

Debouck, D. G. 1988. Phaseolus germplasm exploration. p. 3-30. In : Genetic resources of Phaseolus beans. Kluwer Academic Publishers, London.

Deppe, C. 1993. Breed your own vegetable varieties. Little, Brown and Company. USA.

Davies, D. R. 1976. Peas Pisum sativum. p. 172-174. In : Evolution of crop plants. Longman, London.

Evans, A. M. 1976. Beans Phaseolus spp. p. 168-172. In : Evolution of crop plants. Longman, London.

Gritton, E. T. 1986. Pea breeding. p. 284-321. In : Breeding vegetable crops. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, USA.

Hidalgo, R. 1988. The Phaseolus world collection. p. 67-90. In : Genetic resources of Phaseolus beans. Kluwer Academic Publishers, London.

Kallo 1988. Vegetable Breeding. Vol.1-3. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

Kallo, G. 1993. Pea Pisum sativum L. p.409-425. In : Genetic Improvement of Vegetable Crops. B.P.C.C. Wheatons Ltd., Exeter. Great Britain.

Makasheva, R. Kh. 1983. The Pea. Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd. USA.

Ng. N. Q. 1990. Recent developments in cowpea germplasm collection. Evaluation and research at the genetic resources unit, IITA. p.13-28. In : Cowpea genetic resources International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan. Nigeria

Raymond, A. T. 1985. Vegetable seed production. Longman Inc., New York, USA.

Shanmugasundaram, S. 1980. Breeding leguminous vegetable crops. p.328-358. In : 園藝作物育種講習會專刊 台灣省農業試驗所 台中 台灣

Shinohara, S. 1989. Vegetable seed production technology of Japan . Vol. 2. 養賢堂 東京 日本

Silbernagel, M. L. 1986. Snap bean breeding. p. 244-283. In : Breeding vegetable crops. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, USA.

Singh, S. P. 1992. Common Bean Improvement in the Tropics. p.199-270. Plant Breeding Review. Vol. 10. John Wiley & Sons Inc., Toronto. Canada.

Som, M. G. and P. Hazra. 1993. Cowpea Vigna unguiculata (L.) Walp. p.339-354. In : Genetic Improvement of Vegetable Crops. B.P.C.C. Wheatons Ltd., Exeter. Great Britain.

Steele, W. M. 1976. Cowpeas Vigna unguiculata. p. 183-185. In : Evolution of crop plants. Longman, London.

Summerifield, R. J. and A. H. Bunting 1980. Advances in Legume Science. Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey, England.

Waines, J. G. et al., 1988. Interspecific hybridization between Phaseolus vulgaris and P. acutifolius. Genetic resources of Phaseolus beans. Kluwer Academic Publishers, London.